

JAPANESE PATENT OFFICE -- Patent Abstracts of Japan

Publication Number: 11204509 A

Date of Publication: 1999.07.30

Int.Class: H01L 21/3065

Date of Filing: 1998.09.09

Applicant: SAMSUNG ELECTRON CO LTD

Inventor: CHO SUNG-BUM

KIM HAK-PIL

SHIN EUN-HEE

CHOI BAIK-SOON

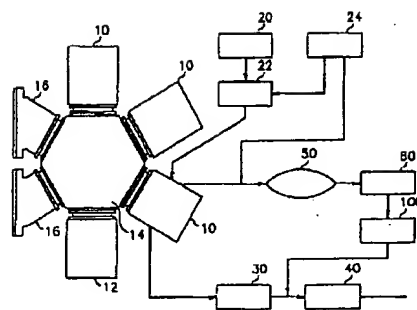
PLASMA ETCHING DEVICE, ITS IN-SITU
MONITORING AND CLEANING METHOD

REA ✓

Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To optimize recipe for a process washing inside an etching chamber in situ, after performing a polysilicon plasma etching process using RGA-QMS (residual gas analysis quadruple mass spectrometer) and an etching process.

SOLUTION: An etching device comprises an etching chamber 10 which utilizes plasma, a means for supplying process gas, a waste gas vacuum exhausting means for removing a waste gas by pumping means, a sampling manifold 50 which is connected to the etching chamber 10 for sampling the gas in the etching chamber 10 by utilizing differential pressure, and a gas analyzer 80 for analyzing a sampling gas from the sampling manifold 50, and samples the gas in-line from the sampling manifold 50 for optimized process recipe of the etching process and washing process. Thus, process time is shortened, life of facility is extended, and productivity is improved.



COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-204509

(43)公開日 平成11年(1999) 7月30日

(51)Int.Cl.⁶ 識別記号

H 0 1 L 21/3065

C 2 3 F 4/00

H 0 5 H 1/00

1/46

F I

H 0 1 L 21/302

C 2 3 F 4/00

H 0 5 H 1/00

1/46

H 0 1 L 21/302

E

A

A

A

N

審査請求 未請求 請求項の数32 O L (全 15 頁)

(21)出願番号 特願平10-254841

(22)出願日 平成10年(1998) 9月 9日

(31)優先権主張番号 1 9 9 7 P 7 9 1 9 4

(32)優先日 1997年12月30日

(33)優先権主張国 韓国 (K R)

(71)出願人 390019839

三星電子株式会社

大韓民国京畿道水原市八達区梅羅洞416

(72)発明者 趙 聖範

大韓民国京畿道水原市八達区岡浦洞298-

2番地世興アパート311号

(72)発明者 金 学弼

大韓民国京畿道龍仁市器興邑農香里山24番

地

(72)発明者 辛 銀矩

大韓民国ソウル冠岳区新林 5 洞1430-31番

地

(74)代理人 弁理士 服部 雅紀

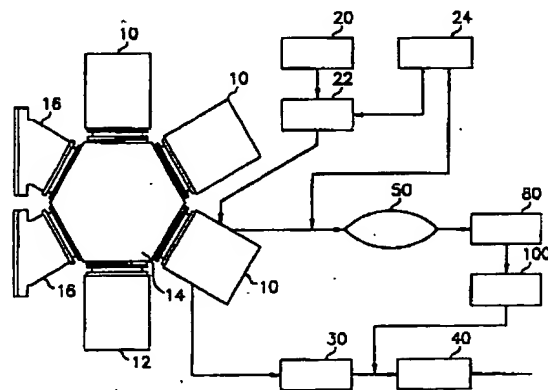
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 プラズマエッチング装置、そのインシチュモニタリング方法及びインシチュ洗浄方法

(57)【要約】

【課題】 RGA-QMSを使用してポリシリコンプラズマエッチング工程及びエッチング工程遂行後、インシチュでエッチングチャンバ内を洗浄する工程レシピ最適化を提供する。

【解決手段】 エッチング装置は、プラズマを利用したエッチングチャンバ10と、工程ガス供給手段と、廃ガスをポンピング手段によって除去する廃ガス排気手段と、エッチングチャンバ10に連結されてエッチングチャンバ10内のガスを差圧を利用してサンプリングするサンプリングマニフォールド50と、サンプリングマニフォールド50からのサンプリングガスを分析するガス分析器80とを備え、サンプリングマニフォールド50からガスをインラインにサンプリングしてエッチング工程及び洗浄工程の工程レシピを最適化する。従って、工程時間の短縮と設備の寿命延長及び生産性向上の効果がある。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 プラズマを利用したエッチング工程が行われるエッチングチャンバと、

前記エッチングチャンバに工程ガスを供給するための工程ガス供給手段と、

前記エッチングチャンバから工程遂行後の廃ガスをポンピング手段によって除去する廃ガス排気手段と、

前記エッチングチャンバに連絡されて前記エッチングチャンバ内のガスを、差圧を利用してサンプリングするサンプリングマニフォールドと、

前記サンプリングマニフォールドからのサンプリングガスを分析するガス分析器と、

を備えることを特徴とするプラズマエッチング装置。

【請求項2】 前記エッチングチャンバは、プラズマを利用して半導体キャパシタのストリッジポリシリコン電極形成のためのエッチング工程が行われるチャンバであることを特徴とする請求項1記載のプラズマエッチング装置。

【請求項3】 前記工程ガス供給手段によってSF₆及びC₁₂ガスを含む工程ガスが供給されることを特徴とする請求項2記載のプラズマエッチング装置。

【請求項4】 運搬ガスが前記エッチングチャンバ及び前記サンプリングマニフォールドにさらに供給されることを特徴とする請求項1記載のプラズマエッチング装置。

【請求項5】 前記エッチングチャンバ内には特定ガスの波長変化をモニタリングすることが可能なオプティカルエミッションスペクトルスコープが設置されていることを特徴とする請求項1記載のプラズマエッチング装置。

【請求項6】 前記エッチングチャンバは、エッチング対象物を高真空中で待機させておくロードロックチャンバと結合されており、前記エッチングチャンバと前記ロードロックチャンバには圧力の変化の推移をモニタリングすることが可能なオシロスコープがそれぞれ設置されていることを特徴とする請求項1記載のプラズマエッチング装置。

【請求項7】 前記サンプリングマニフォールドには前記エッチングチャンバ内の圧力と同一に維持されるように臨界オリフィスが設置されていることを特徴とする請求項1記載のプラズマエッチング装置。

【請求項8】 前記サンプリングマニフォールドは、前記エッチングチャンバとの連結部から順次的に第1エアバルブ、第2エアバルブ、第1アイソレーションバルブ、第2アイソレーションバルブ、第3アイソレーションバルブ及びゲートバルブが設置されていることを特徴とする請求項7記載のプラズマエッチング装置。

【請求項9】 前記サンプリングマニフォールドにはバージ用として運搬ガスが供給され、前記運搬ガス供給ラインは運搬ガス供給源から前記第1及び第2エアバルブにそれぞれ連結され、中間にそれぞれ第3及び第4エア

バルブを備えることを特徴とする請求項8記載のプラズマエッチング装置。

【請求項10】 前記第1アイソレーションバルブと前記第2アイソレーションバルブとの間にはキャパシタンスマノメータゲージ、及び前記エッチングチャンバと前記サンプリングマニフォールドとの間の圧力を調節することができるポンプを備える圧力調節用排気ラインがさらに設置されることを特徴とする請求項8記載のプラズマエッチング装置。

10 【請求項11】 前記第1アイソレーションバルブ、第2アイソレーションバルブ及び第3アイソレーションバルブのオリフィスは、それぞれ100μm、100μm及び250μmであることを特徴とする請求項8記載のプラズマエッチング装置。

【請求項12】 前記廃ガス排気手段のポンピング手段を経由した廃ガスを洗浄するためのスクラバがさらに設置されており、前記ガス分析器を経由したガスが前記スクラバを経由して排出されることを特徴とする請求項1記載のプラズマエッチング装置。

20 【請求項13】 前記ガス分析器は、質量分析器、ターボポンプ及びベーキング用ポンプを内蔵するレジデュアルガスアナライザークアッドルブルマススペクトロメータであることを特徴とする請求項1記載のプラズマエッチング装置。

【請求項14】 前記サンプリングマニフォールドは、エレクトロポリシング処理されたステンレススチール材質の配管を使用することを特徴とする請求項1記載のプラズマエッチング装置。

【請求項15】 プラズマを利用したエッチングチャンバと、前記エッチングチャンバに工程ガスを供給するための工程ガス供給手段と、前記エッチングチャンバから工程遂行後の廃ガスをポンピング手段によって除去する廃ガス排気手段と、前記エッチングチャンバに連結されて前記エッチングチャンバ内のガスを差圧を利用してサンプリングするサンプリングマニフォールドと、前記サンプリングマニフォールドからのサンプリングガスを分析するガス分析器とを備えるプラズマエッチング装置のインシチュモニタリング方法であって、前記サンプリングマニフォールドから前記エッチングチャンバ内のガスのサンプリングを始める段階と、

40 前記ガス分析器の最初の基本値を一定の水準以下に低めるために前記ガスをベーキングしながらアウトガシングする段階と、

前記エッチングチャンバ内に収容された半導体ウェーハに対してポリシリコンストリッジ電極形成のためのエッチング工程を遂行しながら工程ガスの反応メカニズムをモニタリングする段階と、

前記エッチング工程が完了された後、前記ウェーハをアンローディングし、前記エッチングチャンバ内の廃ガスを排気する段階と、

前記エッチングチャンバに洗浄ガスをインシチュに供給しながら前記エッチングチャンバ内の洗浄ガスの反応メカニズムをモニタリングする段階と、

を含むことを特徴とするインシチュモニタリング方法。

【請求項16】 前記ポリシリコンエッチング工程のエッチングガスは、 Cl_2 ガスであり、前記ガス分析器は質量分析器を内蔵したレジデュアルガスアナライザークアッドルアルマスペクトロメータであることを特徴とする請求項15記載のインシチュモニタリング方法。

【請求項17】 前記エッチングチャンバ内にはオプティカルエMISSIONSベクトルスコープがさらに設置されており、前記エッチング工程時、 SiCl_x ガスの波長変化をさらにモニタリングすることを特徴とする請求項16記載のインシチュモニタリング方法。

【請求項18】 前記ポリシリコンエッチング工程のエッチングガスは $\text{SF}_6 + \text{Cl}_2$ ガスであり、前記ガス分析器は質量分析器を内蔵したレジデュアルガスアナライザークアッドルアルマスペクトロメータであることを特徴とする請求項15記載のインシチュモニタリング方法。

【請求項19】 前記エッチングチャンバ内にはオプティカルエMISSIONSベクトルスコープがさらに設置されており、前記エッチング工程時、 SiF_x ガスの波長変化をさらにモニタリングすることを特徴とする請求項18記載のインシチュモニタリング方法。

【請求項20】 前記洗浄ガスは $\text{Cl}_2 + \text{SF}_6$ ガスであり、前記ガス分析器は質量分析器を内蔵したレジデュアルガスアナライザークアッドルアルマスペクトロメータであることを特徴とする請求項15記載のインシチュモニタリング方法。

【請求項21】 前記エッチングチャンバ内にはオプティカルエMISSIONSベクトルスコープがさらに設置されており、前記洗浄工程時、 SiF_x ガスの波長変化をさらにモニタリングすることを特徴とする請求項20記載のインシチュモニタリング方法。

【請求項22】 前記エッチングチャンバは、エッチング対象物を高真空中で待機させておくロードロックチャンバと結合されており、前記エッチングチャンバと前記ロードロックチャンバには圧力変化の推移をモニタリングすることが可能なオシロスコープがそれぞれ設置されており、前記エッチング工程が遂行されたウェーハのアンローディング工程を前記エッチングチャンバと前記ロードロックチャンバの圧力変化をモニタリングしながら遂行することを特徴とする請求項15記載のインシチュモニタリング方法。

【請求項23】 前記サンプリングマニフォールドによってサンプリング動作をしないとき、前記サンプリングマニフォールドと前記ガス分析器とをバージガスを利用して継続してバージすることを特徴とする請求項15記載のインシチュモニタリング方法。

【請求項24】 前記サンプリングマニフォールドによ

て新しいサンプリング動作を遂行する前には、常に、前記ガス分析器内のガスをベークイングしながらアウトガシングして基本値を一定の水準以下に低くすることを特徴とする請求項15記載のインシチュモニタリング方法。

【請求項25】 プラズマを利用した半導体キャパシタのポリシリコンストリッジ電極形成のためのエッチング工程が遂行されたプラズマエッチングチャンバの残留物除去のためのインシチュ洗浄方法であって、

前記エッチング工程が遂行された半導体ウェーハをエッチングチャンバからアンローディングする段階と、

前記エッチングチャンバ内に $\text{SF}_6 + \text{Cl}_2$ ガスを供給して前記エッチングチャンバ内のエッチング残留物を洗浄する段階と、

前記エッチングチャンバ内の洗浄された残留物をポンピングして除去する段階と、

を含むことを特徴とするインシチュ洗浄方法。

【請求項26】 前記ウェーハをアンローディングした後、前記エッチングチャンバ内の廃ガスを排気する段階をさらに含むことを特徴とする請求項25記載のインシチュ洗浄方法。

【請求項27】 前記エッチングチャンバには、前記エッチングチャンバ内のガスを差圧を利用してサンプリングすることが可能なサンプリングマニフォールドが設置され、前記サンプリングマニフォールドからサンプリングされたガスを分析するレジデュアルガスアナライザークアッドルアルマスペクトロメータが設置されて前記エッチング残留物洗浄工程時、ガスの反応メカニズムをモニタリングすることを特徴とする請求項25記載のインシチュ洗浄方法。

【請求項28】 前記レジデュアルガスアナライザークアッドルアルマスペクトロメータのモニタリング結果を分析して前記洗浄工程のエッチング終末点を決定することを特徴とする請求項27記載のインシチュ洗浄方法。

【請求項29】 前記エッチングチャンバ内の圧力及び温度条件を変更しながら前記レジデュアルガスアナライザークアッドルアルマスペクトロメータのモニタリング結果を分析して前記洗浄工程のエッチング終末点を最適化することを特徴とする請求項28記載のインシチュ洗浄方法。

【請求項30】 前記エッチングチャンバ内の残留物除去のための洗浄段階とポンピング段階との間にエージング段階をさらに遂行することを特徴とする請求項25記載のインシチュ洗浄方法。

【請求項31】 前記エージング段階では、前記エッチングチャンバ内に前記 SF_6 ガスの供給を中断して Cl_2 ガスを供給しながら遂行することを特徴とする請求項29記載のインシチュ洗浄方法。

【請求項32】 前記エージング段階では、前記エッチングチャンバ内に N_2 ガスをさらに供給しながら遂行することを特徴とする請求項31記載のインシチュ洗浄方

法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、質量分析器を内蔵したレジデュアルガスアナライザークアッドルブルマススペクトロメータ(RGA-QMS: Residual Gas Analyzer-Quadrupole Mass Spectrometer)を使用してインシチュモニタリング可能なプラズマエッチング装置に関するものである。また、質量分析器を内蔵したRGA-QMSを使用してプラズマエッチングチャンバで遂行されるポリシリコンエッチング工程とエッチングチャンバ内の洗浄工程をインシチュ(In-situ)でモニタリングする方法に関するものである。また、前記RGA-QMSを使用してエッチングチャンバ内のガス反応メカニズムをモニタリングして、洗浄工程を最適化させたプラズマエッチングチャンバ内の残留物除去のためのインシチュ洗浄方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】半導体素子製造工程は、一般的に特定の条件が形成された工程チャンバ内で遂行され、特にプラズマエッチング工程、プラズマCVD(PECVD)工程では、多くの反応副産物が生成され、これらは使用されるガスやフォトレジスト等と反応して高分子物質(Polymer)を生成するようになる。プラズマ工程で発生されたこのような反応副産物はウェーハ表面や工程チャンバの内壁にも付着されるので、工程パラメータの変動及びパーティクル発生を招くようになる。これらは半導体製造工程遂行中ウェーハのディフェクト要因になって収率の低下を招く。

【0003】このようなディフェクト要因の減少のために、一定時間の間工程チャンバの反復されたPM(Preventive Maintenance)を遂行するようになるが、設備の運休時間は半導体装置の生産性を低下させる要因に作用する。

【0004】従来の一般的な工程チャンバのPM過程を図1に示す。前記PM過程を調べてみると、まず半導体ウェーハに対する特定の工程を遂行した後、システムの電力をオフしてシステム稼働中止をしてシステムを冷却させる。工程チャンバが十分に冷却されると、工程チャンバ内の部品を次々に解体して除去し、続いて除去された各部品の表面を湿式エッチングしてプラズマによる反応副産物等を洗浄させる。前記湿式エッチングは、工程チャンバ内のポリシリコン膜やシリコンナイトライド膜を除去するために通常弗化水素(HF)系統の化学薬品を使用する。

【0005】続いて、除去された部品を工程チャンバ内に組み立てた後、真空ポンプを稼働して工程チャンバが所定の圧力が維持されるようにボンピングを遂行し、テストするウェーハを工程チャンバ内にローディングした後、所定のエージング(aging)を遂行した後パーティ

クル測定をするなどの、工程のチャンバ内で実際工程を遂行することができる条件が備えられるかの有無を判断する工程保証(Process Recertification)を実施する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、このようなPM方法は、その費用及び労働力の消耗が大きいただけではなく、所要時間も24時間以上かかるなどの問題点があった。このような問題点を克服するために前記湿式エッチングを遂行する代わりに、NF₃、CF₄ガスを利用したプラズマエッチングをするか、熱的ストレスによってチャンバ内に形成された膜を除去する熱的ショック技術(Thermal Shock Technology)を使用したし、ClF₃、BrF₅ガスを使用して乾式エッチングを遂行したこともある。

【0007】しかし、このような技術を使用しても未だにチューブを除去及び組立てなければならないので、その処理費用及び労働力の消耗が大きいただけではなく、所要時間も相当かかる等の問題点があった。

【0008】また、一部乾式エッチングガスを使用してインシチュで工程チャンバ内を洗浄する方法が提起されたが、洗浄時工程チャンバ内のガスの正確な反応メカニズムが分からないので洗浄の効果を正確に把握することができないという問題点があった。

【0009】本発明の目的は、前記従来技術の問題点を解決するためのもので、洗浄ガス供給手段、サンプリングマニフォールド及びガス分析器を備えて、インシチュでプラズマエッチングチャンバ内を正確に洗浄することができるようにしたインシチュモニタリング可能なプラズマエッチング装置を提供することにある。

【0010】本発明の他の目的は、前記本発明のプラズマエッチング装置で半導体ウェーハに対するポリシリコンストリッジ電極形成のためのエッチング工程とエッチング工程遂行後エッチングチャンバをインシチュで洗浄する洗浄工程をインシチュでモニタリングする方法を提供することにある。

【0011】本発明のまた他の目的は、RGA-QMSを利用してプラズマエッチングチャンバに残留する残留物を除去する最適化されたインシチュ洗浄方法を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】前記の目的を達成するための本発明によるインシチュモニタリング可能なプラズマエッチング装置は、プラズマを利用したエッチング工程が行われるエッチングチャンバと、前記エッチングチャンバに工程ガスを供給するための工程ガス供給手段と、前記エッチングチャンバから工程遂行後の廃ガスをボンピング手段によって除去する廃ガス排気手段と、前記エッチングチャンバに連絡されてエッチングチャンバ内のガスを、差圧を利用してサンプリングするサンプリ

ングマニフォールドと、前記サンプリングマニフォールドからのサンプリングガスを分析するガス分析器とを備えている。

【0013】前記エッチングチャンバはプラズマを利用して半導体キャパシタのストリッジポリシリコン電極形成のためのエッチング工程が行われるエッチングチャンバで、前記工程ガス供給手段によって SF_6 及び Cl_2 ガスを含む工程ガスが供給され、それ以外にも、添加ガスや運搬ガス(carrier gas)が供給できる。

【0014】運搬ガス、例えば窒素ガスが前記エッチングチャンバ及び前記サンプリングマニフォールドにさらに供給されることができ、前記エッチングチャンバ内には特定ガスの波長変化をモニタリングすることができるオプティカルエミッションスペクトルスコープ(OES: Optical Emission Spectroscopy)が設置され、また、前記エッチングチャンバは、エッチング対象物を高真空中で待機させておくロードロックチャンバと結合されているし、前記エッチングチャンバとロードロックチャンバには圧力の変化の推移をモニタリングすることができるオシロスコープ(Oscilloscope)がそれぞれ設置されている。

【0015】前記サンプリングマニフォールドには前記エッチングチャンバ内の圧力と同一に維持されるように臨界オリフィスが設置されているので、差圧を利用してサンプリングが可能にし、より具体的には、前記サンプリングマニフォールドは、前記エッチングチャンバとの連結部から順次的に第1エアバルブ、第2エアバルブ、第1アイソレーションバルブ、第2アイソレーションバルブ、第3アイソレーションバルブ及びゲートバルブが設置されている。前記サンプリングマニフォールドにはパージ用として運搬ガスが供給され、前記運搬ガス供給ラインは運搬ガス供給源から前記第1及び第2エアバルブにそれぞれ連結され、中間にそれぞれ第3及び第4エアバルブを備えて、ガス分析器の信頼度を高めることができる。

【0016】前記サンプリングマニフォールドの第1アイソレーションバルブと、第2アイソレーションバルブの間にはキャパシタンスマノメータ(CM: Capacitance Manometer)ゲージ及び前記エッチングチャンバとサンプリングマニフォールドの間の圧力を調節することができるようにポンプを備える圧力調節用排気ラインをさらに設置することができ、前記廃ガス排気手段のポンピング手段を経由した廃ガスを洗浄するためのスクラバがさらに設置されて大気汚染を防止することができる。

【0017】前記ガス分析器は、質量分析器、ターボポンプ及びベーキング用ポンプを内蔵するRGA-QMS(Residual Gas Analyzer-Quadrupole Mass Spectrometer)を使用する。

【0018】本発明の前記他の目的を達成するためのプラズマエッチング装置のインシチュモニタリング方法

は、プラズマを利用したエッチングチャンバと、前記エッチングチャンバに工程ガスを供給するための工程ガス供給手段と、前記エッチングチャンバから工程遂行後の廃ガスをポンピング手段によって除去する廃ガス排気手段と、前記エッチングチャンバに連結されてエッチングチャンバ内のガスを差圧を利用してサンプリングするサンプリングマニフォールドと、前記サンプリングマニフォールドからのサンプリングガスを分析するガス分析器とを備えてなるプラズマエッチング装置のインシチュモニタリング方法であって、前記サンプリングマニフォールドから前記エッチングチャンバ内のガスのサンプリングを始める段階と、前記ガス分析器の最初の基本値を一定の水準以下に低めるために、前記ガスをベーキングしながらアウトガッシング(Outgassing)する段階と、前記エッチングチャンバ内に収容された半導体ウェーハに対してポリシリコンストリッジ電極形成のためのエッチング工程を遂行しながら工程ガスの反応メカニズムをモニタリングする段階と、前記エッチング工程が完了された後、前記ウェーハをアンローディングし、前記エッチングチャンバ内の廃ガスを排気する段階と、前記エッチングチャンバに洗浄ガスをインシチュに供給しながらエッチングチャンバ内の洗浄ガスの反応メカニズムをモニタリングする段階とを含む。

【0019】前記ポリシリコンエッチング工程のエッチングガスは、 Cl_2 ガスを使用することができ、前記エッチングチャンバ内にはOES(Optical Emission Spectroscopy)をさらに設置して前記エッチング工程時、 SiCl_x ガスの波長変化をさらにモニタリングすることができる。

【0020】前記ポリシリコンエッチング工程のエッチングガスは $\text{SF}_6 + \text{Cl}_2$ ガスを使用することができ、前記エッチングチャンバ内にはOES(Optical Emission Spectroscopy)をさらに設置して、前記エッチング工程時、 SiF_x ガスの波長変化をさらにモニタリングすることもできる。また、前記洗浄ガスは $\text{Cl}_2 + \text{SF}_6$ ガスで、前記エッチングチャンバ内にはOES(Optical Emission Spectroscopy)をさらに設置して、前記洗浄工程時、 SiF_x ガスの波長変化をさらにモニタリングすることもできる。

【0021】前記エッチングチャンバはエッチング対象物を高真空中で待機させておくロードロックチャンバと結合されており、前記エッチングチャンバとロードロックチャンバには圧力変化の推移をモニタリングすることができるオシロスコープ(Oscilloscope)がそれぞれ設置されており、前記エッチング工程が遂行されたウェーハのアンローディング工程を前記エッチングチャンバとロードロックチャンバの圧力変化をモニタリングしながら遂行することができ、前記サンプリングマニフォールドによってサンプリング動作をしないとき、前記サンプリングマニフォールドとガス分析器をパージガスを利用して

継続的にバージして分析の信頼度を高めることができる。

【0022】また、前記サンプリングマニフォールドによって新しいサンプリング動作を遂行する前には、常に、前記ガス分析器内のガスをベーキングしながらアウトガッシング(Outgassing)して基本値を一定の水準以下に低くすることが分析の信頼度向上面でまた望ましい。

【0023】一方、本発明の前記また他の目的を達成するためのプラズマエッチングチャンバの残留物除去のためのインシチュ洗浄方法は、プラズマを利用した半導体キャパシタのポリシリコンストリッジ電極形成のためのエッチング工程が遂行されたプラズマエッチングチャンバの残留物除去のためのインシチュ洗浄方法であって、前記エッチング工程が遂行された半導体ウェーハをエッチングチャンバからアンローディングする段階と、前記エッチングチャンバ内に $\text{SF}_6 + \text{C}_2\text{H}_2$ ガスを供給してエッチングチャンバ内のエッチング残留物を洗浄する段階と、前記エッチングチャンバ内の洗浄された残留物をポンピングして除去する段階とを含む。

【0024】前記ウェーハをアンローディングした後、エッチングチャンバ内の廃ガスを排気する段階をさらに含むことができ、前記エッチングチャンバにはエッチングチャンバ内のガスを差圧を利用してサンプリングすることができるサンプリングマニフォールドが設置され、前記サンプリングマニフォールドからサンプリングされたガスを分析するRGA-QMSが設置されて前記エッチング残留物洗浄工程時、ガスの反応メカニズムをモニタリングすることができるようにすることが好ましい。

【0025】また、前記RGA-QMSのモニタリング結果を分析して、前記洗浄工程のエッチング終末点を決定することができ、前記エッチングチャンバ内の圧力及び温度条件を変更しながら前記RGA-QMSのモニタリング結果を分析して前記洗浄工程のエッチング終末点を最適化することが好ましい。

【0026】前記エッチングチャンバ内の残留物除去のための洗浄段階とポンピング段階の間にエージング(aging)段階をさらに遂行することができ、前記エージング段階では、エッチングチャンバ内に前記 SF_6 ガスの供給を中断して C_2H_2 ガスを供給しながら遂行し、エッチングチャンバ内に N_2 ガスをさらに供給しながら遂行することもできる。

【0027】本発明によると前記サンプリングマニフォールド及びガス分析器によって半導体キャパシタのポリシリコンストリッジ電極形成のためのプラズマエッチング工程が遂行される間だけではなく、インシチュでエッチングチャンバ内の洗浄工程を実施するときにもそのガスの反応メカニズムを正確にモニタリングすることができ、従って、その洗浄工程のレシピも最適化して工程の単純化及び生産性を向上させることができる。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、本発明の具体的な実施例を添付された図面を参照に詳しく説明する。図2は、本発明の一実施例によるインシチュモニタリング可能なプラズマエッチング装置の周辺構成を概略的に示した図面であり、図3は、図2のインシチュモニタリング装置部分を具体的に図示した図面である。

【0029】前記エッチング装置はプラズマ乾式エッチング装置として、中央に移送ロボット(図示しない)が位置するロードロックチャンバ14を中心にウェーハを収容したカセットをロードロックチャンバ14に出入させることができるカセット出入部16、ウェーハのフラットゾーンをアライン(align)させるアライン部12及びエッチング工程が遂行されるエッチングチャンバ10が放射状に配置されている。

【0030】前記エッチングチャンバ10においては、プラズマを利用したエッチング工程が遂行することができる。前記エッチングチャンバ10には、エッチングガスがエッチングガス供給源20からガス供給部22を経て、エッチングチャンバ10に供給され、運搬ガスとして例えば窒素ガスが運搬ガス供給源24から、やはりガス供給部22を経てエッチングガスと共にエッチングチャンバ10内に供給される。一方、エッチング工程遂行後の廃ガスは排気用真空ポンプ30によって排気管を通じてスクラバ40を経て洗浄された後、排気される。

【0031】一方、エッチングチャンバ10内で発生されるガスの変化メカニズムを測定するために前記エッチングチャンバ10からガスをサンプリングすることができるサンプリングマニフォールド50が設置され、前記サンプリングマニフォールド50を経たサンプリングガスはガス分析器80を通じてインラインでモニタリングされ、持続的なサンプリングとガス分析のために前記ガス分析器80の後端にはサンプリング用真空ポンプ100が設置され、前記スクラバ40で洗浄された後排気される。

【0032】一方、前記エッチングチャンバ10には、OES(Optical Emission Spectroscopy)がさらに設置され得る。OESはプラズマ乾式エッチング工程やCVD工程等での使用ガスやウェーハとの反応生成物が反射する光の特定波長のインテンシティ(Intensity)の変化を測定することができる装置で、光の色と波長がガスの種類とエッチングされる膜質によって異なるので、光の波長のインテンシティを測定して波長が急激に変化する時点のグラフを通じてエッチングしようとする膜質と、その下部膜質の境界点で、エッチングの終了点を捕捉してエッチング時間を決定するようになる。

【0033】一方、エッチングチャンバ10内にウェーハのローディング/アンローディング時、エッチングチャンバ10とロードロックチャンバ14の間の圧力の差によってエッチングチャンバ10内のパーティクル等がロードロックチャンバ14に逆流されて他の近接するエ

ッチングチャンバ等を汚染させる恐れがあるので、前記ロードロックチャンバ14とエッチングチャンバ10にはそれぞれ圧力センサを設置してオシロスコープをこれら圧力センサの端子に連結して各段階の圧力変化を評価することもできる。

【0034】前記ガスのサンプリング及び分析ラインを図3を参照して具体的に調べてみると、エッチングチャンバ10の外側の壁にサンプリングポート56を設置し、前記サンプリングポート56には柔軟性のある連結部52を介在してサンプリングマニフォールド50を連結する。前記サンプリングマニフォールド50のサンプリング管54はステンレス材質でできており、直径が3/8インチの管を使用し、エレクトロポリッシング(electropolishing)処理されたものを使用する。前記サンプリング管54によって順次的に第1エアバルブ62、第2エアバルブ66、第1アイソレーションバルブ68、第2アイソレーションバルブ70、第3アイソレーションバルブ72及びゲートバルブ74が形成されている。前記第1及び第2アイソレーションバルブ68、70にはそれぞれ100マイクロンのオリフィスが形成され、第3アイソレーションバルブ72には250マイクロンのオリフィスが形成されている。

【0035】一方、前記サンプリングマニフォールド50には、サンプリングをしない間にも常にパージガスを供給することができるように図2で分かるように運搬ガス供給源24から窒素ガスが分岐部58を経由して一つは前記第1エアバルブ62に連結され、他の一つは第2エアバルブ66に連結されている。また前記第1アイソレーションバルブ68と第2アイソレーションバルブ70の間にはCMゲージ76が設置され、この間でサンプリング管54は分岐されてガス分析器80に内蔵されたサンプリング用ポンプ90を経由してスクラバ40に連結される。

【0036】一方、前記ゲートバルブ74が形成されたサンプリング管54の後端にはガス分析器80が連結される。前記ガス分析器は常用化されたRGA-QMS (Residual Gas Analyzer - Quadrupole Mass Spectrometer) を使用し、これは質量分析器84を含み、ターボポンプ86とベーキング用ポンプ88及びサンプリング用ポンプ90を通過して前記スクラバ40に配管連結される。前記質量分析器84にはイオンゲージ82が設置されている。

【0037】一方、前記ガス分析器80に使用されたRGA-QMSは常用化されたもので、エッチングチャンバ10内に使用中であるか残留中であるガスをサンプリングして70eVの電位差で加速された電子と衝突させてイオン化した後、四重極磁質量分析器(Quadrupole Mass Spectrometer)を利用して直流と交流を一定に維持し、電圧の大きさによって特定の質量対電荷比(m/z)を有するイオンのみを通過するようにして、質量ス

ペクトルを得る。この際、分裂によって得られるイオンの組成でガス相のメカニズムを確認する。本発明に使用されたRGA-QMSは移動可能なシステムに構成され、スパッタリング工程で一般的に使用されるOIS (Open Ion Source) とは違ってイオンソースが差等真空下にあるCIS (Closed Ion Source) になり、バルクガスのみではなく工程ガスの分析が可能である。

【0038】一方、前記サンプリングマニフォールド50内には臨界オリフィス(100/250 μ m)を使用してエッチングチャンバ内の圧力以下にサンプリング圧力を一定に調節した。

【0039】図4は、図2のエッチング装置内でのエッチング工程及びインシチュ洗浄工程の進行状態を概略的に示す図面で、まずRGA-QMS適用評価を遂行する。即ち、前記サンプリングマニフォールド50にガス分析器80を連結して第1エアバルブ62と第3エアバルブ60をクローズさせて第2エアバルブ66と、第4エアバルブ64をオープンさせてRGA-QMS 80にN₂ガスを常時パージさせる。続いて、前記第4エアバルブ64をクローズさせて第1エアバルブ62をオープンさせ、前記工程チャンバ10内のガスのサンプリングを始める。このとき、CMゲージ76に表れた圧力を基準にし、必要時、サンプリング用ポンプ90を移動させてエッチングチャンバ10とサンプリング管54内の圧力を調節する。

【0040】続いて、RGA-QMSベーキング評価を遂行する。即ち、RGA-QMSのチャンバ図示しない内に四重極磁質量分析器を設置した後、基本値(background)を低くするためにベーキング(baking)を実施する。RGA-QMSは分析機器自体の汚染に敏感な設備であるので、全ての評価時毎にそのバックグラウンドスペクトルを評価して水分、酸素成分の汚染水準を評価してその水準が多少高いときには、RGA-QMSチャンバ自体は250℃水準にベーキングし、サンプリングマニフォールドは150℃水準にベーキングを実施して汚染を最小化して汚染の水準を管理する。即ち、ベーキングを実施して、各分子性不純物(H₂O, H₂, O₂, Ar, CO₂等)に対するインテンシティとして部分圧の大きさ(Amplitude, PPM)をモニタリングし、ベーキングを通じて不純物のアウトガシング(outgassing)を加速化させてRGA-QMSの最初基本値の水準を評価する。

【0041】続いて、半導体ウェーハに対する特定工程を進行させて継続的にサンプリングして工程進捗事項を評価する。即ち、例えばDRAM工程のストリッジポリ電極形成のためのエッチング工程の重要段階である主エッチング(main etch)と過エッチング(over etch)等でエッチングガスの反応メカニズムをインラインでモニタリングして評価する。

【0042】続いて、S-ポリエッチング工程が完了さ

れたウェーハをエッチングチャンバからアンローディングした後、洗浄ガスをエッチングチャンバ内に供給しながらインシチュでエッチングチャンバ内を洗浄する。洗浄工程が進行される間にもRGA-QMSでエッチングガスを継続的にサンプリングして洗浄工程時、ガスの反応メカニズムを常時モニタリングして評価し、洗浄工程前後のガス分析やパーティクル等不純物の評価を通じてインシチュ洗浄工程の効果を把握し、最終的に洗浄工程の時間、圧力、温度等のレシピを最適化する。

【0043】本発明でサンプリングマニフォールドの250 μ m臨界オリフィスを使用して比較的低い圧力(0乃至50mtorr)であるエッチング工程を評価することができ、前記RGA-QMSは1乃至200amu範囲のスペクトルを6.7秒内にスキャン(scan)した。分析毎にサンプリング前後RGA-QMS及びサンプリングチューブの基本値スペクトルを確認して分析結果の信頼性を確保した。

【0044】本発明の実施例で、ストリッジポリシリコンエッチング工程は2つのエッチングレシピ下で遂行した。まず、エッチングレシピ1はストリッジポリシリコンエッチングガスとしてC12ガスを使用した場合で、図5はエッチングレシピ1によるストリッジポリシリコンエッチング工程に対する主なガスのインテンシティ(amplitude, PPM)トレンドをRGA-QMSで分析した結果を示し、図6は、図5の主エッチング段階の233スキャンでのスペクトルを示し、図7は、エッチングレシピ1によるストリッジポリシリコンエッチング工程に対するエッチング過程をOESで分析した結果を示す。

【0045】図5及び図6からエCHANTであるC12によってポリシリコンがSiClx(SiCl+, SiCl3+)ガスの形態にエッチングされることが分かり、RGA-QMS上のSiCl3+の挙動は図7の405nmのEPD(End Point Detection)スペクトルの結果と一致することが分かる。

【0046】次に、エッチングレシピ2はストリッジポリシリコンエッチングガスでSF6+C12ガスを使用した場合として、図8はエッチングレシピ2によるストリッジポリシリコンエッチング工程に対する主なガスのインテンシティ(amplitude, PPM)トレンドをRGA-QMSに分析した結果を示し、図9は、図8の主エッチング段階の172スキャンでのスペクトルを示し、図10はエッチングレシピ2によるストリッジポリシリコンをエッチング工程に対するエッチング過程をOESで分析した結果を示す。

【0047】前記エッチングレシピ2では、ポリシリコンをSF6+C12ガスを利用して主エッチングした後C12ガスを利用して過エッチングする。SF6自体は不活性ガスやRF場ではリアクティブフルオライドイオンを形成してC12ガスと共にポリシリコンエッチングに使

用され得る。

【0048】図5及び図6の分析結果からSF6とC12ガスがエCHANTと作用して生成される主な生成物は、SiF4(SiF+, SiF2+, SiF3+)ガスで、SiClxFy(SiClF+, SiClF2+, SiCl2F2+, SiCl2F+, SiClF3+)ガスの形態でもエッチングされることが分かり、RGA-QMS上のガスの挙動は図10のEPD(End Point Detection)スペクトルの結果と一致することが分かる。図10でRFパワーオンされる3段階以後主エッチングが行われ、RFパワーオフされる4段階を経て安定化された後、RFパワーオンされる5段階後過エッチング工程が遂行されることが分かる。

【0049】本発明の実施例でエッチングチャンバをインシチュで洗浄する工程は3段階で行われる。即ち、エCHANTとしてSF6+C12ガスを使用するエッチング段階、C12ガスを使用するエージング(aging)段階及び廃ガスに対するポンピング段階でなる。

【0050】図11は、本発明の一実施例によるエッチングチャンバインシチュ洗浄時、エッチング時間を60秒として主なガスのトレンドをRGA-QMSに分析した結果を示し、F原子がリアクティブエCHANTに作用してエッチングチャンバ内のポリマーをSiF4の形態でエッチングすることが分かる。その他、SOF+, SO2+等の副産物も検出されることが分かる。

【0051】図11からエッチング(洗浄)の主生成物であるSiF3+は、エッチングが始まった直後、急激に増加してから徐々に減少し、エッチングが終ると消えてエンドポイントを正確に確認することができなかった。図12は、図11に比べてエッチング時間を120秒に延長したエッチングチャンバインシチュ洗浄時、主なガスのトレンドをRGA-QMSに分析した結果を示す。図12から約74秒でエッチングが完了されることが分かる。

【0052】図13は、前記エッチング時間を変更評価して最適化されたエッチングチャンバインシチュ洗浄時、主なガスのトレンドをRGA-QMSに分析した結果を示す。即ち、SF6+C12ガスを利用してエッチングするエッチング段階は時間100秒、圧力15mt及びRFパワー400W下で遂行し、エージング段階は時間30秒、圧力20mt、RFパワー400W下、C12ガス下で遂行し、窒素ガスを一部供給する。RFパワーをオフさせた後、ポンピング段階を300秒間遂行した。

【0053】前記本発明のインシチュ洗浄工程の効果を把握するためにパーティクル分析とエージング時、シリコンオキサイドウェーハ表面のパーティクルをサフスキャン(SUFSCAN)で分析したものと、インシチュ洗浄工程後にもパーティクル数が減ることが分かる。

【0054】一方、洗浄工程の前後でエッチングチャン

バ内のFe, Cr, Ni, Zn, Ti, S, Cl, F, NH₄等の金属性/イオン性不純物をTXRF (Total X-ray Reflection Fluorescence) /HPIC (High Performance Ion Chromatography) で測定して洗浄工程の結果を判断することもできる。

【0055】

【発明の効果】従って、本発明によると、RGA-QMSを利用してエッチングチャンバをインシチュモニタリングすることで、エッチング工程と洗浄工程の中の実際のガス相の反応メカニズムを評価することができ、これを土台にポリシリコンエッチング時、リアクティブエCHANT、反応生成物を確認糾明して反応メカニズムとエンドポイントを正確に確認することができ、洗浄工程時エッチング時間を最適化して不必要な洗浄時間を減少させ、パーティクルの発生を抑制し、設備の稼働率も向上させる効果がある。

【0056】以上、本発明は記載された具体例に対してのみ詳細に説明されたが、本発明の技術思想範囲内で多様な変形および修正が可能であることは当業者にとって明白なことであり、このような変形および修正が添付された特許請求範囲に属するのは当然である。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来のプラズマエッチングチャンバ内の残留物 (residue) 除去のための洗浄工程の過程を概略的に示す図面である。

【図2】本発明の一実施例によるインシチュモニタリング可能なプラズマエッチング装置の周辺構成を概略的に示した図面である。

【図3】図2のインシチュモニタリング装置部分を具体的に図示した図面である。

【図4】図2のプラズマエッチング装置でのエッチング工程評価及び洗浄工程の過程を概略的に示す図面である。

【図5】本発明のエッチングレシピ1によるストリッジポリエッチング工程に対する主なガスのトレンドをRGA-QMSで分析した結果を示す。

【図6】図5の主エッチング段階の特定スキャンでのスペクトルを示す。

【図7】本発明エッチングレシピ1によるストリッジポリエッチング工程に対するエッチング過程をOESで分析した結果を示す。

【図8】本発明のエッチングレシピ2によるストリッジ

ポリエッチング工程に対する主なガスのトレンドをRGA-QMSで分析した結果を示す。

【図9】図8の主エッチング段階の特定スキャンでのスペクトルを示す。

【図10】本発明のエッチングレシピ2によるストリッジポリエッチング工程に対するエッチング過程をOESで分析した結果を示す。

【図11】本発明の一実施例によるエッチングチャンバインシチュ洗浄時、主なガスのトレンドをRGA-QMSで分析した結果を示す。

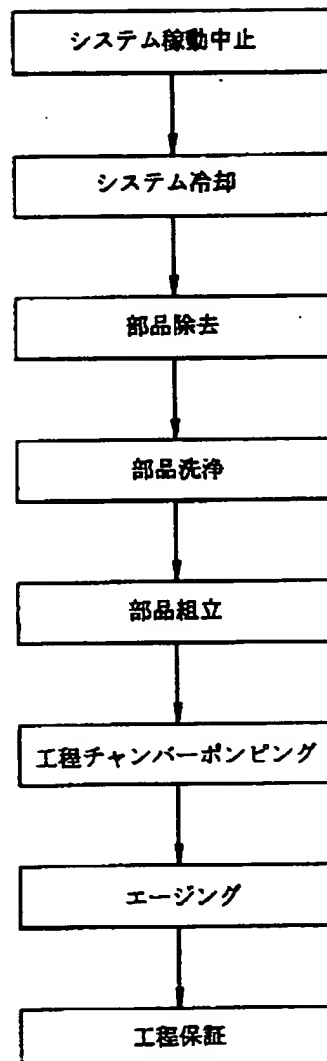
【図12】図11に比べ、主エッチング時間を延長したエッチングチャンバインシチュ洗浄時、主なガスのトレンドをRGA-QMSで分析した結果を示す。

【図13】本発明の一実施例による最適化されたエッチングチャンバインシチュ洗浄時、主なガスのトレンドをRGA-QMSで分析した結果を示す。

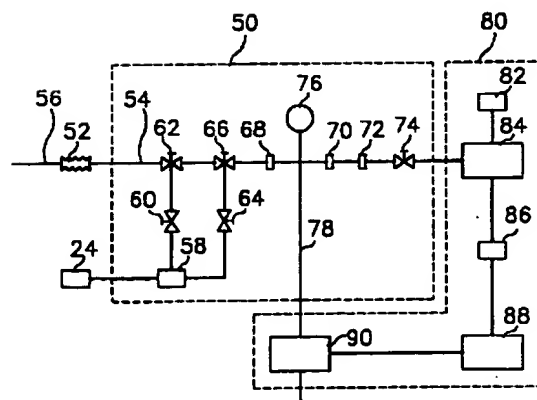
【符号の説明】

- 10 エッチングチャンバ
- 12 アライン部
- 14 ロードロックチャンバ
- 16 カセット出入部
- 20 エッチングガス供給源
- 22 ガス供給部
- 24 運搬ガス供給源
- 30 排気用真空ポンプ
- 40 スクラバ
- 58 分岐部
- 50 サンプリングマニフォルド
- 52 連結部
- 54 サンプリング管
- 56 サンプリングポート
- 60、62、64、66 エアーバルブ
- 68、70、72 アイソレーションバルブ
- 74 ゲートバルブ
- 76 CMゲージ
- 78 圧力調節用排気管
- 80 ガス分析器
- 82 イオンゲージ
- 84 質量分析器
- 86 ターボポンプ
- 88 ベーキング用ポンプ
- 90 サンプリング用ポンプ

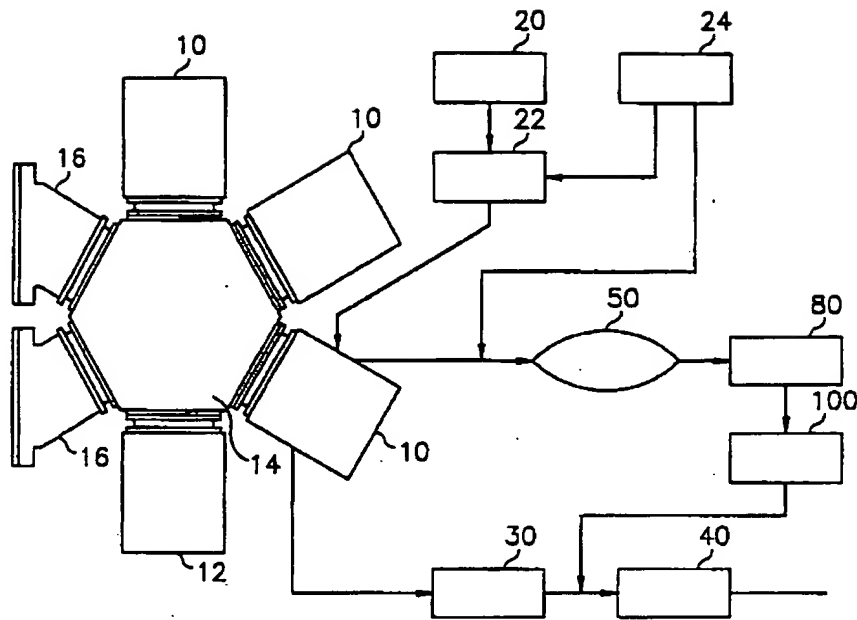
【図1】



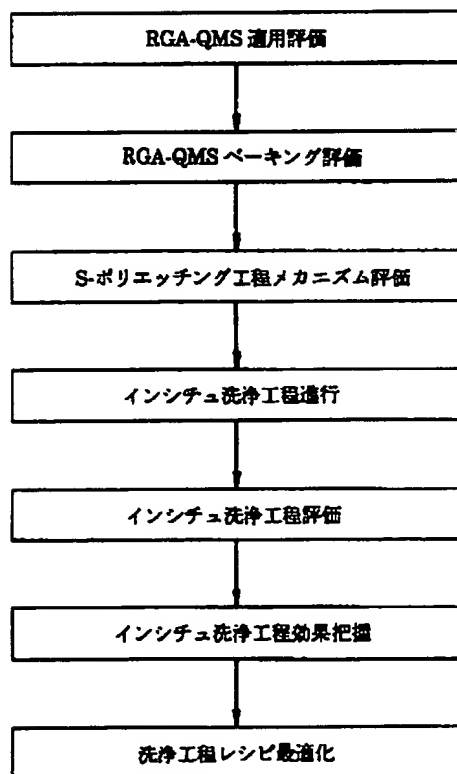
【図3】



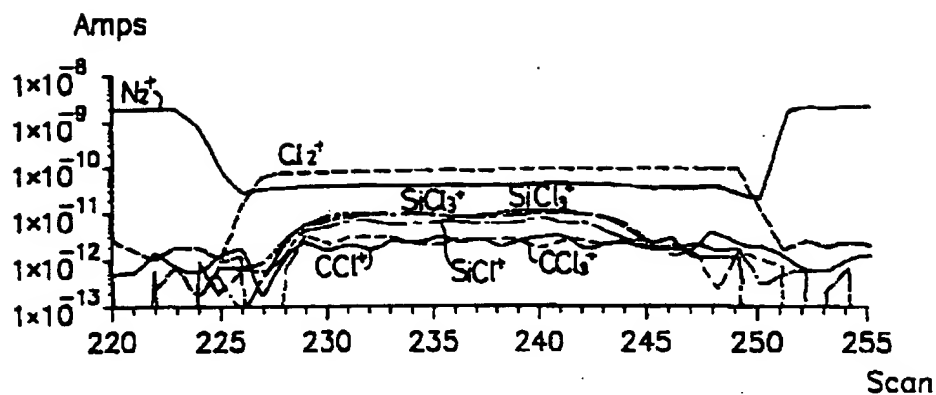
【図2】



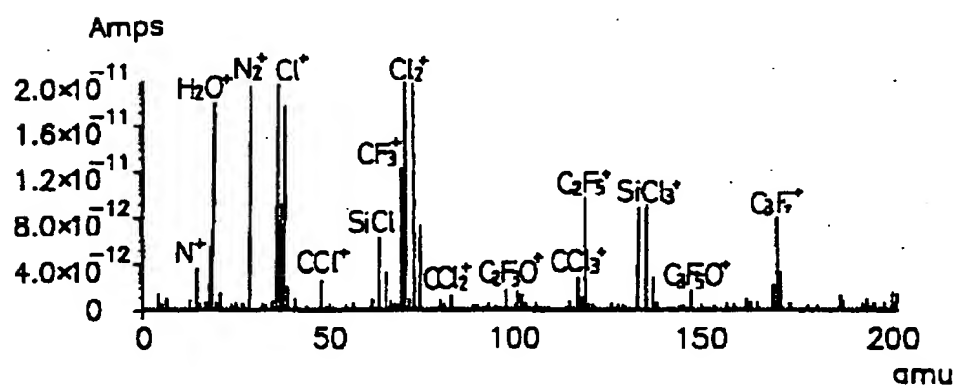
【図4】



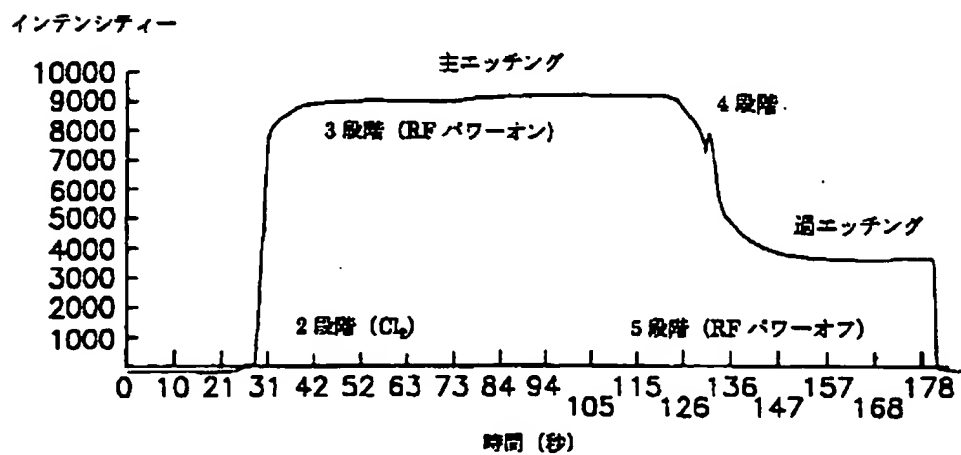
【図5】



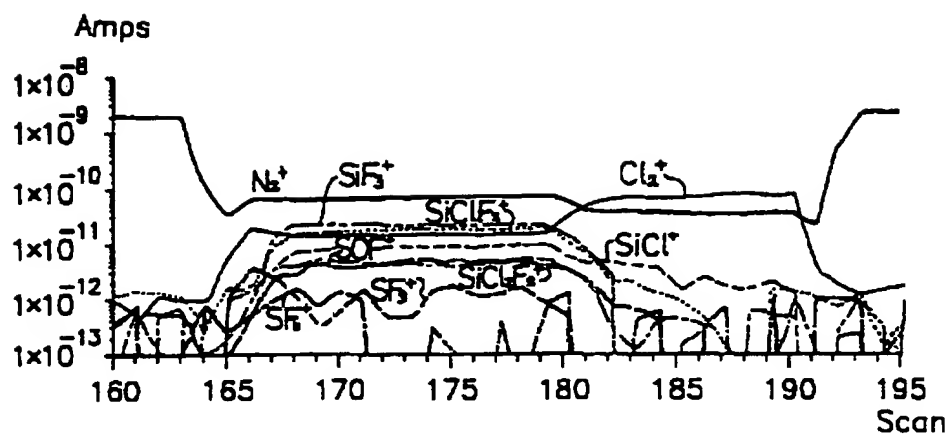
【図6】



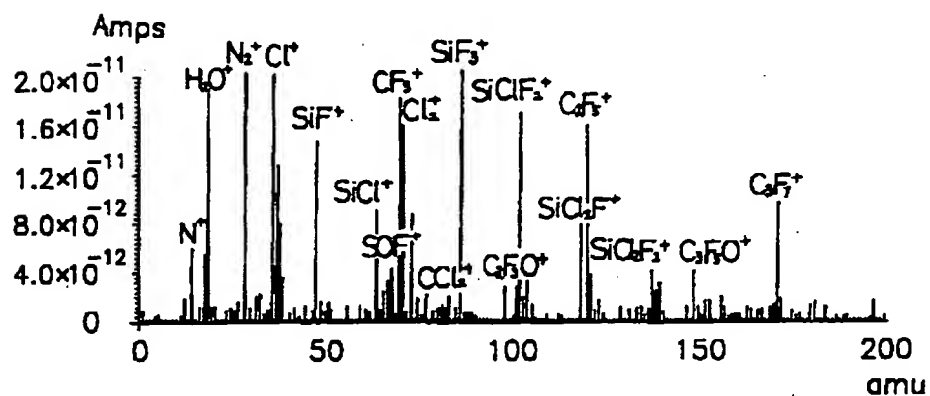
【図7】



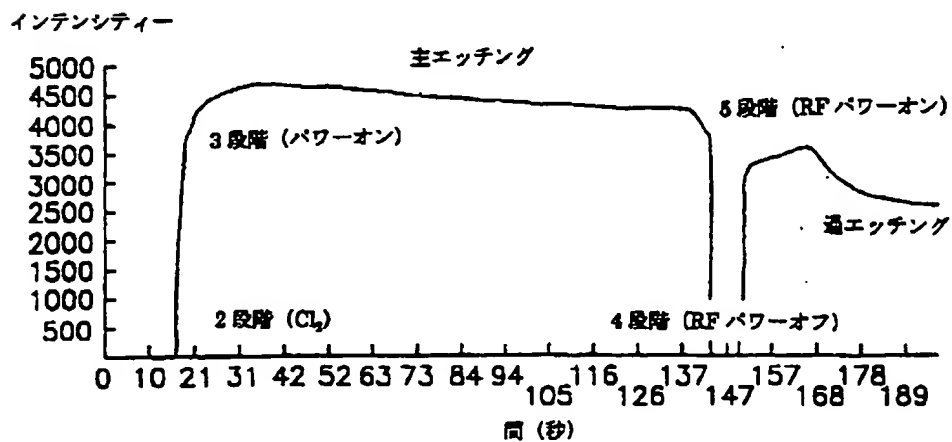
【図8】



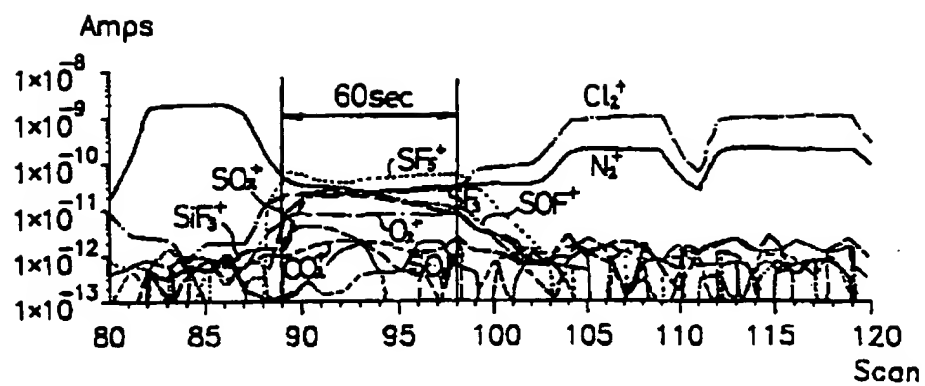
【図9】



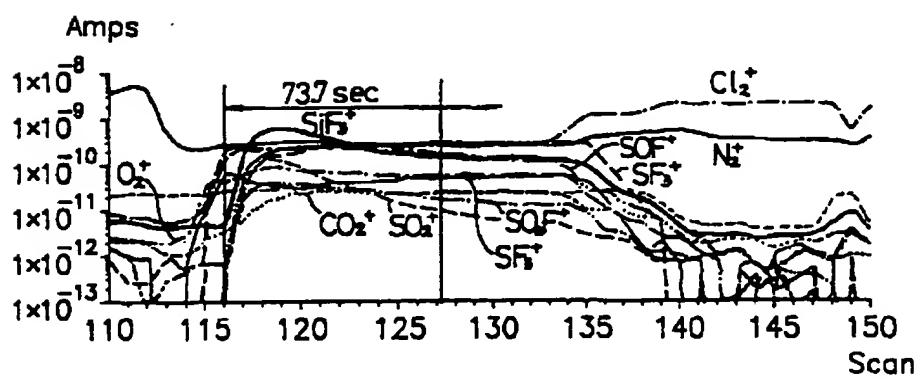
【図10】



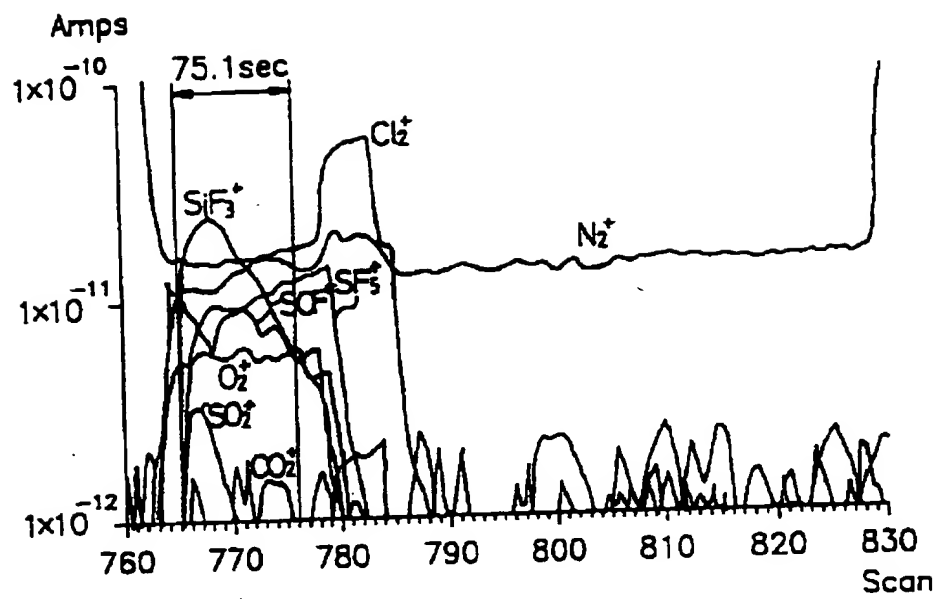
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 崔 百洵
大韓民国ソウル銅雀区舎堂2洞105番地舎
堂宇星アパート208-1202号